Ueber die Innervation des Herzens vom Rückenmarke aus.

Von

Dr. M. und Dr. E. Cyon.

Da die Frage über den Einfluss des Rückenmarkes auf die Schlagzahl des Herzens durch die hier mitzutheilenden Untersuchungen einer positiven Lösung entgegengeführt wurde, so halten wir es für nothwendig, in Kurzem das Historische derselben vorauszuschicken und zwar vorzugsweise deswegen, um den Verdiensten der uns auf diesem Gebiete vorausgegangenen Forscher Gerechtigkeit widerfahren zu lassen. Wir werden uns aber damit begnügen müssen, nur die Forscher dieses Jahrhunderts zu erwähnen, da nur in diesem Jahrhundert diese Frage einer experimentellen Untersuchung unterworfen wurde, obgleich die Frage, ob das Rückenmark die Zahl der Herzschläge beeinflussen könne, schon seit Hippokrates und Galen mehrfach von den Aerzten ventilirt wurde. Der Erste, welcher die experimentelle Entscheidung dieser Frage versucht hat, war Le Gallois. Seine Versuche bestanden hauptsächlich in der Eruirung des Einflusses, welchen die Zerstörung verschiedener Rückenmarkspartieen auf die Kraft des Herzschlages auszuüben vermag. Auf die Veränderung in dieser Kraft selbst schloss er aus dem Weiter- und Engerwerden der Gefässe, aus der Stärke der Blutung durchschnittener Gefässe und aus der Farbe des Blutes. Durch eine grosse Reihe solcher Versuche, welche ergaben, dass eine Zerstörung des Rückenmarkes ein ziemlich schnelles Absterben des Herzens veran-

lasste, glaubte sich Le Gallois zu dem Schlusse berechtigt, dass das Herz das Princip seiner Thätigkeit aus dem Rückenmarke erhalte. Die Mängel seiner übrigens sehr geistreichen Versuche sind leicht einzusehen. Abgesehen von seiner Unkenntniss der Vaguswirkung sind seine Versuche auch darum nicht beweisend, weil er an den Veränderungen des Kreislaufes die Veränderungen der Herzkraft studiren wollte. Merkwürdig genug, dass bis auf uns kein einziger Forscher, welcher die Abhängigkeit des Herzens vom Rückenmarke beweisen wollte, dem ebenerwähnten Fehler entgangen ist, welcher auch die Klippe war, an der sämmtliche Bemühungen zur Lösung dieser Frage immer scheiterten. Ungeachtet der Fehler in den Versuchsmethoden Le Gallois' hat doch seine Arbeit das unzweifelhafte Verdienst, die seit Haller bei den Aerzten vorherrschende Ueberzeugung von der vollständigen Unabhängigkeit der Herzthätigkeit vom Centralnervensystem erschüttert zu haben. Nach dem Bekanntwerden der Le Gallois'schen Versuche theilten sich die Aerzte in zwei Lager; die meisten stellten sich dabei auf die Seite von Le Gallois, während die Uebrigen die Sache weder in dem Le Gallois'schen noch Haller'schen Sinne für vollständig entschieden hielten. Am heftigsten wurde des Ersteren Ansicht von Wilson Philipp angegriffen; er stellte den Versuchen von Le Gallois andere gegenüber, deren Ergebnisse aber nach unserem jetzigen Wissen unmöglich der Art sein konnten, wie sie Wilson Philipp mitgetheilt hat. Er behauptete nämlich, bei Thieren durch Exstirpation des Gehirns und Rückenmarks und bei Einleitung künstlicher Respiration weder im Kreislauf noch in den Herzbewegungen eine Alteration veranlasst zu haben!! Später stellte er noch Versuche mit chemischer Reizung des Rückenmarkes an; bei Anwendung der einen Art chemischer Reizmittel beobachtete er einen beschleunigenden, bei anderen aber einen verlangsamenden Einfluss auf den Herzschlag. Durch diese Versuche gelangte er also zu denselben Schlüssen wie Le Gallois. Sein ganzer Angriff auf den Letzteren schien also nur darauf berechnet zu sein, diesem sein Verdienst um die Lösung dieser Frage zu rauben und sich dasselbe anzueignen. Ein ähnlicher Angriff auch

gegen Le Gallois wurde unlängst auch von anderer Seite und zwar von Professor v. Bezold ausgeführt. In seinem Buche über die Innervation des Herzens tadelt er mit einer grenzenlosen Heftigkeit die Versuche von Le Gallois; er versteigt sich in dieser Heftigkeit so weit, die Commission der Pariser Akademie (bestehend aus v. Humboldt, Percy und Hallé), welche, mit der Controle der Le Gallois'schen Versuche beauftragt, dieselben bestätigt und belobt hat, für „kopflos" zu erklären. Dagegen citirt er mit besonderer Vorliebe und Ausführlichkeit die Einwände Wilson Philipp's gegen Le Gallois, die, wie wir gesehen haben, unmöglich richtig sein konnten, und wenn sie richtig wären, noch mehr gegen seine eigenen als gegen jene Versuche sprechen würden. Wie wir unten sehen werden, sind nicht nur die v. Bezold'schen Versuche fehlerhafter als die Le Gallois'schen, sondern auch seine Schlüsse, wenn auch im Allgemeinen mit den Le Gallois'schen übereinstimmend, so doch in der Auffassung unrichtiger.

Um zu Wilson Philipp zurückzukehren, so muss man ihm doch das Verdienst lassen, dass er zuerst zur Entscheidung der Frage über den Einfluss des Rückenmarks auf die Herzbewegungen Reizungen des Rückenmarks machte. Von den aus damaliger Zeit experimentell begründeten Ansichten über diese Frage sind noch die von Flourens, die auch von Le Gallois getheilt wurden, von besonderem Interesse. Flourens gelangte nämlich durch seine Versuche zu dem Schlusse, dass das Rückenmark einen doppelten Einfluss auf den Kreislauf ausübe, einen allgemeinen durch das Herz und einen besonderen auf die verschiedenen Gebiete des Kreislaufes, die von besonderen Partieen des Rückenmarks beherrscht werden. Wir werden unten sehen, dass diese Auffassung in ihren Grundzügen die richtige ist.

Seit den Versuchen von Le Gallois und Wilson Philipp waren, wie gesagt, die Ansichten der Physiologen über diese Frage getheilt. Die Meisten waren der Ansicht, dass das Rückenmark und der Sympathicus einen directen Einfluss auf das Herz auszuüben vermögen, und zwar sollte nach denselben

dieser Einfluss darin bestehen, dass der Halssympathicus motorische Impulse vom Rückenmarke auf das Herz übertrage.

In der letzten Zeit hat v. Bezold eine grössere Reihe von Versuchen angestellt, die die Innervation des Herzens zum Gegenstande hatten. Wir wollen uns nur mit denjenigen derselben beschäftigen, die in directer Beziehung zu unserer Frage stehen. Die irrthümlichen Schlüsse, welche v. Bezold aus der Reizung des Halssympathicus auf den motorischen Einfluss dieses Nerven auf das Herz zog, finden ihre Erklärung hauptsächlich darin, dass er bei der Reizung des Sympathicus einen anderen Nerven mitgereizt hat, dessen Reizung am centralen Ende, wie Ludwig und E. Cyon gefunden haben (Sitzungsberichte der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften, 30. October 1866), ein Sinken des Druckes in den grossen Gefässen und eine Verlangsamung der Herzschläge hervorruft. Reizung des Halssympathicus allein hat, wie schon Ludwig angegeben hat, keinen Einfluss auf die Zahl der Herzschläge.

Durch eine zweite Reihe von Reizversuchen am Rückenmarke selbst glaubte sich v. Bezold zu dem Schlusse berechtigt, dass im Rückenmarke sich ein excitomotorisches Centrum für das Herz befinde. Die Beobachtungen, auf die er vorzugsweise seinen Schluss gründet, sind: 1) Beschleunigung der Herzschläge gleichzeitig mit enormer Erhöhung des Blutdrucks bei Reizung des Cervicaltheiles des Rückenmarkes und 2) Sinken des Blutdrucks und der Schlagzahl bei Durchschneidung des Rückenmarkes in der Höhe des Atlas. Eine wenn auch geringere Beschleunigung der Herzschläge beobachtete v. Bezold auch bei Reizung anderer Rückenmarkspartieen. v. Bezold gelangt also zu denselben Resultaten, wie Le Gallois. Der Unterschied in den verschiedenen Versuchsmethoden dieser beiden Forscher bestand nur darin, dass v. Bezold die Messung des Blutdrucks am Manometer gemacht hat, während Le Gallois auf die Schwankung des Blutdrucks aus der Stärke der Blutung an amputirten Gliedern schloss. Insofern auch v. Bezold bei seinen Versuchen aus der Erhöhung des Blutdruckes auf die Zunahme der motorischen Kraft des Herzens schloss, beging er denselben Fehler, den wir oben bei Le

Gallois gerügt haben. Er befindet sich in dieser Hinsicht noch insofern im Nachtheil gegen Le Gallois, als er doch genaue Messungen der Veränderung des Blutdruckes bei Reizung des Rückenmarkes machte. Das blosse Ansehen der Curve, die die colossale Steigerung des Blutdruckes bei Reizung des Rückenmarkes darstellt, sollte schon genügen, jeden unbefangenen Forscher davon zu überzeugen, dass diese Veränderung unmöglich von einer Zunahme der Herzkraft abhängig sein könne. Durch die blosse Anwendung des Manometers hat also v. Bezold die Le Gallois'schen Resultate nicht nur nicht näher begründet, sondern dieselben im Gegentheil an Wahrscheinlichkeit noch Einbusse erleiden lassen. Um so ungerechtfertigter erscheinen seine Angriffe gegen Le Gallois, und um so weniger hat er das Recht, sich selbst als den Entdecker des vermeintlichen Einflusses, der vom Rückenmarke auf das Herz ausgeübt wird, zu geriren. Wenn bei einer Thatsache, wie die vorliegende, welche schon seit Jahrtausenden angenommen und wieder bestritten worden ist, von einer Entdeckung derselben überhaupt die Rede sein könnte, so würde die Ehre derselben Le Gallois gehören und von allen Forschern am wenigsten Herrn v. Bezold. Das Vorhandensein dieses Einflusses hat keiner von Beiden, überhaupt Niemand bis auf uns nachgewiesen.

Wie zu erwarten, haben sich sogleich nach dem Erscheinen der Bezold'schen Arbeit Einwände gegen dieselbe und zwar wegen des erwähnten Fehlers erhoben. In einer Reihe höchst geistreicher Versuche wiesen Ludwig und Thiry[1]) nach, dass die Beschleunigung der Herzschläge, die v. Bezold bei der Reizung des Rückenmarkes beobachtet hat, ihren Grund in der bei dieser Reizung eintretenden Druckerhöhung, als Folge der Contraction der kleinen Gefässe, haben kann. Nach diesen Forsehern war in den erwähnten Versuchen die Druckerhöhung in den grossen Gefässen nur Folge der Reizung des Gefässnervensystems im Rückenmarke. Die Beschleunigung der Schlagzahl war ihrer Ansicht nach nur die Reaction des

1) Ludwig und Thiry, Wiener Sitzungsberichte, 49. Bd. 1864.

Herzens auf die Vergrösserung des Widerstandes im Kreislauf. Ludwig und Thiry stützten diese Ansicht darauf, dass sie bei Reizung des Rückenmarkes auch dann noch dieselbe Beschleunigung der Herzschläge und Erhöhung des Blutdruckes beobachteten, wenn sie vorher auf galvanokaustischem Wege die vom Rückenmarke ausgehenden Herznerven zerstört hatten, oder wenn sie die Widerstände im Kreislauf durch Zuklemmen der Aorta abdominalis hervorriefen. Durch diese glänzende Widerlegung der v. Bezold'schen Arbeit, von deren Richtigkeit sich v. Bezold persönlich in Wien überzeugt hat, wurde das Vorhandensein von einem motorischen Rückenmarkscentrum für die Herzbewegungen unwahrscheinlicher als je zuvor, und das um so mehr, als die Einwände Ludwig's und Thiry's auch auf die Versuche von Le Gallois und Wilson Philipp Bezug haben konnten. Obgleich Ludwig und Thiry in einigen Fällen von Reizung des Rückenmarkes nach vorheriger Zerstörung der Herznerven trotz der bedeutenden Drucksteigerung auch eine Verlangsamung der Herzschläge beobachtet haben und ausdrücklich bei der Auseinandersetzung dieser selteneren Fälle die Frage offen liessen, ob nicht ausser der Drucksteigerung noch andere Einflüsse bei Reizung des Rückenmarkes beschleunigend auf das Herz einwirken könnten, so ist doch dieser Frage bis jetzt keine weitere Aufmerksamkeit geschenkt worden, und zwar aus zwei Gründen: 1) weil eine directe Reizung der betreffenden Herznerven ihrer anatomischen Lage wegen die grössten Schwierigkeiten darbieten musste, und 2) weil keine Möglichkeit da war, bei Reizung des Rückenmarkes dessen Wirkung auf das Gefässsystem auszuschliessen.

In letzterer Zeit hat sich Herr Pokrowsky insofern gegen diese Angaben von Ludwig und Thiry ausgesprochen, als er vorgab, bei der Druckerhöhung in Folge von Zuklemmen der Aorta immer eine Verlangsamung der Herzschläge, bei Reizung des Rückenmarks dagegen immer eine Beschleunigung beobachtet zu haben. Die Unrichtigkeit der ersten Angabe von Pokrowsky, welche wahrscheinlich dadurch entstanden ist, dass er meistens an nicht mit Curare vergifteten Thieren

experimentirte, nahm auch der zweiten ihre Beweiskraft vollständig weg.

Da es von grossem Interesse war, die oben erwähnte, von Ludwig und Thiry offen gelassene Frage einer Entscheidung entgegen zu führen, so unternahmen wir in dem Laboratorium des Herrn Prof. du Bois-Reymond zu diesem Zwecke eine Reihe von Versuchen. Wir ergreifen hierbei gerne die Gelegenheit, dem Herrn Prof. du Bois-Reymond dafür unseren Dank auszusprechen. Einige neue Thatsachen, die über die Innervation des Herzens und der Gefässe in dem Zwischenraume zwischen den Ludwig-Thiry'schen und unseren Arbeiten gewonnen wurden, bekräftigten die Hoffnung auf die Möglichkeit einer solchen Entscheidung. Unter diesen Thatsachen waren vorzugsweise zwei dazu angethan, ein neues Licht auf die uns interessirende Frage zu werfen. Ludwig und E. Cyon haben einen neuen Herznerven auf seine Functionen untersucht und in demselben einen Regulator des Blutdruckes gefunden. Dieser Nerv, ein gleich unter dem Abgange des Laryngeus superior abtretender Zweig des Vagus, verläuft gewöhnlich in einer gemeinschaftlichen Scheide mit dem Halssympathicus bis zum letzten Halsganglion und tritt von da an ganz getrennt von den übrigen Herznerven zum Herzen. Die Reizung dieses sensiblen Herznerven am centralen Stumpfe bewirkt ein Sinken des Blutdruckes in den grossen Gefässen und eine Verlangsamung der Herzschläge; das Sinken des Blutdruckes in diesem Falle hängt von einer Aufhebung des Tonus der kleinen Gefässe, die Verlangsamung der Herzschläge von einer centralen Erregung der Vagi ab. Der Gedanke lag nahe, dass die Kenntniss der Function dieses Nerven dazu beitragen konnte, die Widersprüche, welche über den Einfluss des erhöhten Blutdruckes auf die Schlagzahl existirten, zu lösen.

Die zweite Thatsache, die von entscheidendem Einflusse auf die Lösung der vorliegenden Frage war, ist die von denselben Forschern gefundene, dass die Nervi splanchnici die Hauptgefässnerven des thierischen Organismus sind. Da wir die Kenntniss dieser Thatsache zur Lösung unserer Frage benutzten, und derselben auch das Gelingen unserer Versuche

verdanken, so halten wir es für nothwendig, wörtlich die Angaben von Ludwig und E. Cyon über die Function dieser Nerven hier anzuführen und das um so mehr, als sie dazu dienen werden, die unten mitzutheilenden Veränderungen des Blutdruckes bei Eröffnung der Bauchhöhle und Durchschneidung der Splanchnici verständlich zu machen.

„Unmittelbar nachdem die Bauchhöhle an dem sonst unverwundeten Thiere durch einen ausgiebigen Schnitt in der Linea alba eröffnet war, steigt der Blutdruck in der Arteria carotis sehr beträchtlich empor und zugleich werden die Pulsschläge seltener. Diese Erhöhung des Blutdruckes ist jedoch nur vorübergehend; allmählich sinkt er ab, wenn die Bauchhöhle offen bleibt, und erreicht dann öfter einen Werth, welcher unterhalb des normalen ist. Dieses Absinken wird sehr beschleunigt, wenn man gleich nach Eröffnung der Unterleibshöhle einen der beiden Nervi splanchnici durchschneidet. Nach dieser Operation sinkt der Druck um 30—50 Mm. unter den normalen. Fügt man darauf zur Verletzung des erstern auch noch die des zweiten Nervus splanchnicus, so sinkt der Druck zwar noch weiter herab, aber in viel geringerem Maasse, als nach der Dissection des ersten Nerven, es beträgt nämlich die zweite Senkung nur noch 8—10 Mm.

Nimmt man dagegen, nachdem das Absinken des Druckes in Folge der Durchschneidung des einen Splanchnicus eingetreten ist, den peripherischen Stumpf des durchschnittenen Nerven zwischen die tetanisirenden Poldrähte, so steigt der Druck rasch und bedeutend empor und erlangt eine grössere Höhe, als sie vor der Durchschneidung des Nerven bestand. Dieses geschieht jedoch nur dann, wenn man den peripherischen Stumpf des durchschnittenen Nerven erregt.“ [1])

---

1) Nachdem in unserer vorläufigen Mittheilung über diese Arbeit, in Nr. 51 des Centralblattes, diese Wirkung der Splanchnici beiläufig mitgetheilt worden war, veröffentlichte v. Bezold in Nr. 53 derselben Zeitschrift einige Versuche über die Wirkung der Nervi splanchnici auf den Blutdruck, welche in den Resultaten mit den oben von mir und Ludwig mitgetheiten fast vollständig identisch sind. v. Bezold behauptet in der Mittheilung, dass er seine Resultate, ohne von

Wie wir oben gesehen haben, scheiterten die Versuche, die uns interessirende Frage zu entscheiden, daran, dass die bei Reizungen resp. Zerschneidungen und Zerstörungen des Rückenmarkes eintretenden Veränderungen im Kreislauf schon an sich so bedeutende Aenderungen in der Schlagzahl selbst bedingten, dass man nicht im Stande war, zu entscheiden, ob nicht ausserdem noch das Rückenmark einen directen Einfluss auf die Schlagzahl auszuüben im Stande sei. Die Lösung der betreffenden Frage würde also bedeutend erleichtert werden, wenn es gelänge, bei den Versuchen über das Rückenmark die Einwirkung auf das Gefässnervensystem auszuschliessen. Wenn auch zur Feststellung der Existenz motorischer Herznerven directe Reizung dieser Nerven vorgenommen werden musste, so musste doch noch vorher bestimmt werden, ob das Rückenmark überhaupt einen Einfluss auf die Schlagzahl auszuüben vermag, da eine negative Beantwortung dieser Frage den directen Reizversuchen der Herznerven eine andere Richtung geben resp. deren Bedeutung bedeutend vermindern konnte. Unsere Hoffnung, bei Reizung des Rückenmarkes die Veränderungen im Kreislauf zu eliminiren, stützte sich auf die oben auseinandergesetzte Function der Nervi splanchnici. Man konnte voraussetzen, dass nach Durchtrennung dieser Nerven Reizung des

---

den unsrigen Kenntniss zu haben, Mitte October vorigen Jahres erhalten habe. Für das Geschichtliche dieser Frage wird es nicht uninteressant sein, zu bemerken, dass die Versuche, welche ich mi Ludwig über dieselbe angestellt habe, schon im Juli desselben Jahres zum Abschlusse gelangt waren. Zwar hat v. Bezold schon früher versucht, die Wirkung der Splanchnici auf den Blutdruck festzustellen, aber seine Versuche misslangen ihm, weil er, wie er behauptet, von der Bauchhöhle aus die Wirkung dieser Nerven eruiren wollte. Aus den oben angeführten Worten ersieht man, dass wir auch von der Bauchhöhle aus durch Reizung und Durchschneidung der Splanchnici zu dem erwähnten Resultate kamen. Die Angabe v. Bezold's, dass man bei Durchschneidung der Splanchnici gleichzeitig mit dem Sinken des Blutdruckes eine Beschleunigung der Herzschläge beobachtete, können wir nicht bestätigen, da wir gerade das Gegentheil davon sahen. E. Cyon.

Rückenmarks nicht mehr im Stande sein wird, irgend welche bedeutende Veränderungen des Blutdruckes (ausser etwa durch Vermittelung der Herznerven) auszuüben.

Ehe wir aber zur Reizung des Rückenmarkes bei durchschnittenen Splanchnicis übergehen konnten, war es nothwendig, den Widerspruch zwischen den Ludwig-Thiry'schen Angaben und denen Marey's und Pokrowsky's über den Einfluss der Drucksteigerung auf die Schlagzahl des Herzens zu beseitigen. Wir unternahmen daher eine Reihe von Versuchen über den Einfluss der Druckerhöhung auf die Zahl der Herzschläge, wobei wir die Druckerhöhung durch Zuklemmen der Aorta abdominalis vor Abgang der Nierenarterie bewirkten. Zur Messung des Blutdruckes gebrauchten wir ein Ludwig'sches Manometer, das von dem gewöhnlich gebrauchen etwas abwich. Wir modificirten nämlich das von Sauerwald angefertigte Manometer insofern, als wir das Metallstück mit dem Tförmigen Hahn, welches sich bei diesem Manometer am Anfange des Bleirohres befindet, an das Ende desselben anbrachten und zwar so, dass es gleichzeitig zur Befestigung dieser Röhre an das Glasmanometer diente. Die in der Röhre befindliche Oeffnung, die zur Austreibung der Luft dient und mit einem Messingknöpfchen verschlossen wird, wurde weggelassen und durch eine im Hahne selbst befindliche ersetzt. Durch diese Vereinfachung wurde nicht nur der Preis des Manometers nicht unbedeutend erniedrigt, sondern auch dessen Anwendung erleichtert. So ist z. B. die Füllung des Manometers viel vereinfacht worden und auch das unbequeme Herabsinken des Anfangs des Bleirohres in Folge des schweren Ansatzes vollständig beseitigt. Als Schwimmer gebrauchten wir feine Thermometerröhrchen mit an ihrem Ende angeschmolzenen Kügelchen; zum Curvenzeichnen wurde eine feine Feder aus Hartgummi, so wie deren Ludwig aus Glas und Horn braucht, benutzt. Die Zählung der Herzschläge geschah ausser mittelst des Manometers auch mit Hülfe der Middeldorpf'-Nadel und des König'schen Stethoskops. In den entscheidenden Versuchen ist diese Zählung von Beiden von uns nach ein-

ander vorgenommen worden. Wir halten es daher für überflüssig, die Eigenschaften unseres Manometers hier näher anzugeben. Sämmtliche Versuche sind an mit Curare vergifteten Kaninchen angestellt worden.

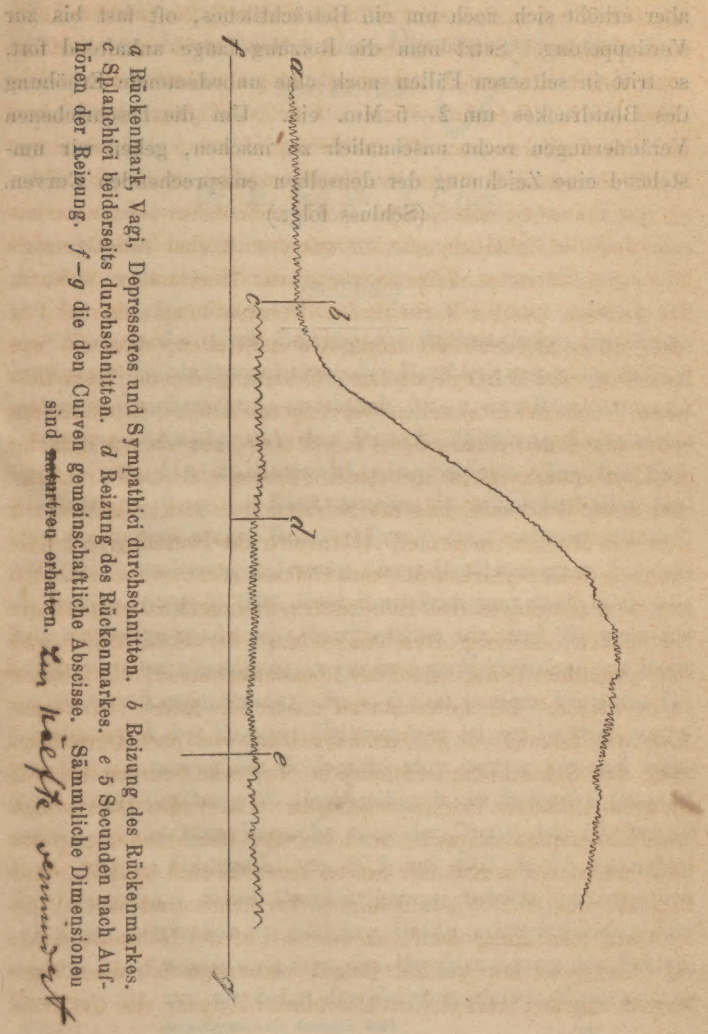
In der überwiegenden Mehrzahl der Versuche, die wir mit Zuklemmen der Aorta angestellt haben, beobachteten wir bei der Erhöhung des Druckes eine Beschleunigung der Schlagzahl. Ein constantes Verhältniss zwischen der Höhe des Blutdruckes und der Beschleunigung der Schlagzahl konnten wir aber nicht beobachten, indem die Reaction des Herzens auf die Steigerung des Druckes bei den verschiedenen Thieren verschiedene quantitative Resultate liefert. Uebrigens ist die Zahl unserer Beobachtungen bei demselben Thiere (und nur solche können die Frage entscheiden) zu unbedeutend, um definitiv die Frage wegen des constanten Verhältnisses entscheiden zu können.

In seltneren Fällen tritt auch bei Erhöhung des Druckes eine Verlangsamung oder wenigstens Gleichbleiben der Schlagzahl ein, ohne dass sich der nähere Grund der verschiedenartigen Action des Herzens angeben liesse. Von der Voraussetzung ausgehend, dass die Verlangsamung vielleicht ihren Grund in der peripherischen Erregung der Depressores oder in der centralen der Vagi habe, stellten wir Versuche mit Durchschneidung dieser Nerven an. Da die verlangsamende Function der Depressores mit der Durchschneidung der Vagi wegfällt, so genügte die Durchschneidung der Vagi allein, um jene beiden Möglichkeiten auszuschliessen. Die Versuche I. und II., sowie mehrere gleichlautende schienen eine Bestätigung der gemachten Voraussetzung zu liefern, indem bei ihnen die Verlangsamung der Schlagzahl bei Erhöhung des Drucks sich nach Durchschneidung der Vagi und Depressores in eine Beschleunigung umwandelte. Diesen Fällen gegenüber haben wir aber mehrere andere beobachtet, in denen trotz der Durchschneidung dieser Nerven eine Verlangsamung der Herzschläge auf erhöhten Druck eingetreten war. Unlängst veröffentlichte Bernstein einige Versuche, welche die Abhängigkeit der Verlangsamung der Schlagzahl bei Druckerhöhung von einer centralen Erregung der Vagi darthun sollten. Dieser Irrthum Bern-

stein's wird nur durch die zu kleine Zahl der von ihm gegemachten Beobachtungen zu erklären sein. — In den drei Versuchen VI., VII und VIII., wo sämmtliche Herznerven zerstört, und wo die beiden Nervi splanchnici durchtrennt wurden, erhielten wir bei Zuklemmen der Aorta entweder ein Gleichbleiben oder eine Verlangsamung der Schlagzahl. Freilich kann man nicht behanpten, dass in diesen drei Fällen nicht zufällig auch vor der Durchschneidung der Herznerven eine Verlangsamung der Schlagzahl auf eine starke Druckerhöhung eingetreten wäre. Jedenfalls wäre es aber von Belang, den Einfluss der Druckerhöhungen auf die Schlagzahl vor und nach der Durchschneidung der aus dem Rückenmarke austretenden Herznerven weiter zu untersuchen. Wir haben dies jetzt unterlassen, weil die Erklärung der in seltneren Fällen von Druckerhöhung eintretenden Verlangsamung der Herzschläge nicht in das Bereich unserer vorliegenden Untersuchung gehört. Für uns war es nur von Wichtigkeit, festzustellen, dass die von Ludwig und Thiry gegebene Erklärung der v. Bezold'schen Versuche ihre volle Berechtigung hatte. Wir konnten daher zur Entscheidung der Frage übergehen, ob bei Reizung des Rückenmarks nicht noch andere Factoren als die Blutdrucksteigerung Beschleunigung der Schlagzahl bewirken können.

Wie schon oben gesagt, stützte sich die Hoffnung, bei Reizung des Rückenmarkes die vom Gefässnervensysteme abhängigen Veränderungen des Blutdruckes auszuschliessen, auf die Möglichkeit, mittelst Durchschneidung der Splanchnici und Halssympathici den Einfluss des Rückenmarkes auf die Gefässe zu beseitigen. Wir unternahmen daher eine Reihe von Versuchen mit Reizung des Rückenmarkes vor und nach Durchtrennung der Splanchnici. Sämmtliche Versuche wurden an mit Curare vergifteten Thieren angestellt. Die Vagi, Depressores und Halssympathici wurden noch vor der Durchschneidung des Rückenmarkes durchtrennt. Solche Versuche sind beispielsweise III., IV. und V. Wie aus diesen Versuchen ersichtlich, hat die Durchschneidung des Rückenmarkes in der Höhe des Atlas ein Sinken des Druckes zur Folge, verbunden mit einer Verlangsamung der Schlagzahl. Elektrische Reizung des Cervical-

theiles des Rückenmarkes veranlasst, wie bekannt, eine bedeutende Steigerung des Blutdruckes mit entsprechender Beschleunigung der Herzschläge, und zwar erreichen diese beiden Grössen einen höheren Werth, als sie vor der Durchschneidung des Rückenmarks hatten. Werden nun, nachdem der Blutdruck und die Schlagzahl nach Aufhören der Reizung den ihnen nach



a Rückenmark, Vagi, Depressores und Sympathici durchschnitten. *b* Reizung des Rückenmarkes. *c* Splanchici beiderseits durchschnitten. *d* Reizung des Rückenmarkes. *e* 5 Secunden nach Aufhören der Reizung. *f*–*g* die den Curven gemeinschaftliche Abscisse. Sämmtliche Dimensionen sind ~~naturtreu~~ erhalten. Um hälfte vermindert

Durchschneidung des Rückenmarkes zukommenden Werth wieder erlangt haben, beide Nervi splanchnici durchschnitten, so nimmt der Blutdruck noch um 10—20 Mm. ab und gleichzeitig vermindert sich auch die Zahl der Herzschläge. Wird nun das Rückenmark gereizt, so tritt beim Beginn der Reizung keine Erhöhung des Blutdruckes mehr ein; die Zahl der Herzschläge aber erhöht sich noch um ein Beträchtliches, oft fast bis zur Verdoppelung. Setzt man die Reizung lange anhaltend fort, so tritt in seltneren Fällen noch eine unbedeutende Erhöhung des Blutdruckes um 2—5 Mm. ein. Um die beschriebenen Veränderungen recht anschaulich zu machen, geben wir umstehend eine Zeichnung der denselben entsprechenden Curven.

(Schluss folgt.)
